

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2002 EPO. All rts. reserv.

5961410

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 62052924 A2 870307 <No. of Patents: 001>

MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE (English)

Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB

Author (Inventor): YAMAZAKI SHUNPEI; INUSHIMA TAKASHI; SUZUKI KUNIO; NAGAYAMA SUSUMU; ABE MASAYOSHI; FUKADA TAKESHI; KANEHANA MIKIO; KOBAYASHI IPPEI; SHIBATA KATSUHIKO; USUDA MASATO; KOYANAGI KAORU

IPC: *H01L-021/205; H01L-021/26; H01L-031/04

CA Abstract No: *106(26)225857S;

Derwent WPI Acc No: *C 87-105196;

JAPIO Reference No: *110240E000086;

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applie No	Kind	Date
JP 62052924	A2	870307	JP 85192399	A	850901 (BASIC)

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 85192399 A 850901

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2002 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02136024 **Image available**

MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

PUB. NO.: 62-052924 [JP 62052924 A]

PUBLISHED: March 07, 1987 (19870307)

INVENTOR(s): YAMAZAKI SHUNPEI

INUSHIMA TAKASHI

SUZUKI KUNIO

NAGAYAMA SUSUMU

ABE MASAYOSHI

FUKADA TAKESHI

KANEHANA MIKIO

KOBAYASHI IPPEI

SHIBATA KATSUHIKO

USUDA MASATO

KOYANAGI KAORU

APPLICANT(s): SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD [470730] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 60-192399 [JP 85192399]

FILED: September 01, 1985 (19850901)

INTL CLASS: [4] H01L-021/205; H01L-021/26; H01L-031/04

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD:R002 (LASERS); R004 (PLASMA)

JOURNAL: Section: E, Section No. 529, Vol. 11, No. 240, Pg. 86, August 06, 1987 (19870806)

ABSTRACT

PURPOSE: To obtain the high reliability characteristic by reducing the stabler-Wronskii effect by forming a non-single crystal semiconductor including hydrogen or the halogens on a substrate, followed by light annealing, and then doping the dopant for recombination center neutralizing in the semiconductor.

CONSTITUTION: A substrate 10 and a heater 12 are shifted to a reaction chamber 11 by using a shift mechanism 19'. The pressure in the reaction chamber is controlled at 0.05-0.1torr and the non-single crystal semiconductor doped with hydrogen or the halogens is formed by plasma CVD technique, in which the concentration of oxygen in the minimum concentration region in the semiconductor is not more than 5×10^{18} cm⁻³, more preferably 1×10^{18} cm⁻³ or under. Next, this semiconductor is shifted to a preliminary chamber 1. The semiconductor 26 and the substrate 10 held in the preliminary chamber are kept at the temperature which does not cause heat annealing effect, 50 deg.C or under and held in vacuum or an inert gas after forming a semiconductor coat so as to shield them from the atmosphere completely. Then, those are subjected to light annealing, i.e., light irradiation in an inert gas. This semiconductor is doped with a dopant for recombination center neutralization of fluorine, chlorine, oxygen, hydrogen, or nitrogen.

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A) 昭62-52924

⑫ Int.CI.

H 01 L 21/205
21/26
31/04

識別記号

厅内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)3月7日

7739-5F
L-7738-5F
6851-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 半導体装置作製方法

⑮ 特願 昭60-192399

⑯ 出願 昭60(1985)9月1日

⑰ 発明者 山崎 拙平	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号	株式会社半導体エネルギー研究所内
⑰ 発明者 犬島 喬	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号	株式会社半導体エネルギー研究所内
⑰ 発明者 鈴木 邦夫	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号	株式会社半導体エネルギー研究所内
⑰ 発明者 永山 進	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号	株式会社半導体エネルギー研究所内
⑰ 出願人 株式会社 半導体エネルギー研究所	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号	

最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

半導体装置作製方法

2. 特許請求の範囲

1. 基板上に水素またはハロゲン元素を含む非単結晶半導体を形成する工程と、前記半導体を水素または不活性気体中に保持しつつ、光アーナーを行なう工程と、該工程の後、前記半導体中または表面に再結合中心中和用の添加物を添加することを特徴とした半導体装置作製方法。
2. 特許請求の範囲第1項において、半導体は大気に触れさせることなく水素または不活性気体中に保持するとともに、光アーナー工程の際には半導体は50℃以下の温度に保持されていることを特徴とする半導体装置作製方法。
3. 特許請求の範囲第1項において、添加物は酸素、弗素、塩素および窒素より選ばれた元素よりなることを特徴とする半導体装置作製方法。

4. 特許請求の範囲第1項において、基板上に形成された半導体被膜は最低濃度領域において酸素及び窒素の不純物濃度が $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ またはそれ以下しか添加されていないことを特徴とする半導体装置測定方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、水素またはハロゲン元素を含む半導体材料を形成し、この半導体を減圧下に保持し、光アーナーを行なう工程と、この工程の後この半導体表面または半導体中（以下単に半導体中という）に酸素、窒素、弗素または塩素の如き添加物を添加することによりステラ・ロンスキ効果を減少または消滅せしめ、高信頼性特性を得ることに関する。

本発明は、光照射により光起電力を発生する活性半導体層である真性または実質的に真性（PまたはN型用不純物を $1 \times 10^{14} \sim 5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ の濃度に入為的に混入させた、またはバックグラウンドレベルで混入した）の水素またはハロゲン元素が添加された半導体に対し、この半導体を大気に

触れさせることなく減圧状態に保持し、またはこの雰囲気で光アニールを行うことにより光照射で発生する不対結合手を十分生成する。この後この生成された不対結合手に酸素、弗素、塩素または窒素を半導体中に添加して結合中和せしめることを目的としている。

本発明は、かかる目的のため、基板上にプラズマCVD法、光CVD法または光プラズマCVD法により水素またはハロゲン元素を含む非単結晶半導体（以下単に半導体という）を500℃以下の温度、一般には150～300℃の減圧下にて形成する。

特に、本発明はこの活性半導体層である1層において、半導体中の最低濃度領域における酸素の濃度(SIMSで測定した場合における最低濃度)を $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下しか含有しない水素またはハロゲン元素が添加された非単結晶半導体、例えばシリコン半導体を用いたものである。そしてかかる半導体の再結合中心、特に光照射により生じる再結合中心の密度を $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ より $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下、好ましくは

圧にまで戻すことに関しては、本発明人の出願になる特許願（特願昭50-120881、昭和60年6月3日出願）に示されている。

本発明はかかる本発明人が発見したSEL効果を積極的に利用し、実使用条件下において差支えない範囲の実質的な光劣化作用が生じない程度に減少せしめたものである。即ち、SEL効果により非単結晶半導体中には光照射により生成する不対結合手（電気的には再結合中心またはエネルギーバンド的には深いレベルに単位をもつ再結合中心という）を十分に生成させてしまう。そして十分に光照射により生じた不対結合手に対し、水素、弗素、酸素、塩素または窒素の中和用添加剤を添加してこの不対結合手と結合させて、中和し安定化させてしまう。かくの如く中途半端な弱い結合手を一度すべて切って不対結合手にし、この不対結合手に対し添加物（この不対結合手と結合して電気的に不活性とさせ得る添加物）により中和させてしまうものである。その結果、実使用下では再び光照射を行ってもこの照射により不対結合手が生成

特開昭62-52924 (2)

概略 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度にまで下げるとしてある。

しかし、従来、かかる高純度になった半導体を被膜形成の直後に大気中に取り出し、大気圧中で光照射を行うと、やはり電気伝導度が劣化し、また熱アニールにより電気伝導度が回復するいわゆるステプラ・ロンスキ効果が観察されてしまう。

他方、本発明人はかかる高純度の半導体を形成した後、この半導体を大気に触れさせることなく超高真空雰囲気に保持し、この真空中で光照射、熱アニールを行うと、このいずれに対しても電気伝導度が漸減するいわゆるSEL(State Excited by Light)効果が観察された。

この結果、従来より知られているステプラ・ロンスキ効果は半導体を形成した後大気にふれさせることにより初めて観察されるものであることが判明した。その要因は大気特に酸素が半導体中に含まれていってしまうためであると推定されるに至った。かかるSEL効果およびその対策として、形成された半導体を酸素を含まない雰囲気で大気

されることなく、ひいては再結合中心の増加がおきることにより観察されるステプラ・ロンスキ効果が生じないようにしたものである。

以下に図面に従って本発明を示す。

第1図は本発明の半導体装置の作製に用いられた製造装置の概要を示す。

第1図は本発明に用いられた超高真空装置(UHV装置)のブロックダイヤグラム図を示す。

基板(10')は、第1の予備室(1)の中にあるヒータ（図面では(12')に示してある）の下側に配設する。この基板は予め一対の電気伝導度の測定用電極（第2図(24), (24')に示す）を有している。この電極には、電気特性を測定せんとする際には被膜形成後外部よりの一対のプローブ(17), (17')を移動させ接觸させることができ（第2図参照）、半導体被膜形成後この被膜を大気に触れさせることなく、光照射(20)の有無により光伝導度と暗伝導度との測定を可能とする即ち真空中でIN SITUの条件下での評価を可能としている。

基板(10')の挿入、脱着用の第1の予備室(1)

特開昭62-52924 (3)

とこの予備室にゲイト弁(3)により遮断された第2の予備室(2)とを有する。かかる第1の予備室で基板坦台も併用したヒータ(12')にとりつける。第2の予備室は、第2のゲイト弁(5)によりクライオポンプ(6)と分離され、第3のゲイト弁(7)によりターボ分子ポンプ(8)とも分離されている。

そして、基板(10')とヒータ(12')とを第1の予備室に押着後ゲイト弁(3), (7)を開、ゲイト弁(5), (4)を開とし、ターボ分子ポンプ(8)にて第1, 第2の予備室を真空引きする。さらに、 10^{-4} torr以下とした後、基板(10')及びヒータ(12')を第1の予備室(1)より移動機構(19)を用いて第2の予備室に移し、ゲイト弁(3)を開とする。そしてゲイト弁(5)を開、ゲイト弁(7)を開とし、クライオポンプにて 10^{-10} torrのオーダーにまで真空引きをする。

さらに第4のゲイト弁(4)を開とし、ここをへて反応室(11)に基板(10)、ヒータ(12)を移動機構(19')を用いて移設する。そして反応室(11)もクライオポンプ(6)にて $10^{-4} \sim 10^{-10}$ torrの背圧と

する。さらにゲイト弁(4)を開とする。図面では反応室(11)に基板(10)およびヒータ(12)が配設された状態を示す。反応室(11)には高周波電源(13)より一対の電極(14), (15)間にプラズマ放電を成さし得る。このプラズマCVD法以外に紫外光、エキシマレーザ光を窓(16)より入射して光CVD法またはこれと高周波エネルギーとを加える光プラズマCVD法により半導体被膜を形成してもよい。

反応性気体はドーピング系(21)より加えられ、プラズマCVD中の不要物は他のターボ分子ポンプ(9)により圧力をコントロールバルブ(22)により制御させつつ排氣される。

反応炉内の圧力はコントロールバルブ(22)により $0.001 \sim 10$ torr(代表的には $0.05 \sim 0.1$ torr)に制御した。高周波エネルギーを(13)より加え(13.56MHz出力10W)プラズマCVD法により半導体中の最低温度領域における酸素の濃度(SIMSで測定したはあいにおける最低温度)を $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下しか含有しない水素またはハロゲン元素が添加された非単結晶半導体、こ

こでは水素の添加されたアモルファスシリコン膜を形成した。かくして基板上に 0.6μ の厚さにPまたはN型の不純物の添加のない非単結晶半導体を500℃以下の温度例えば250℃によって形成した。

反応性気体及びキャリアガスは、酸素、水の不純物を0.1PPM以下好ましくは1PPBにまで下げた高純度とし(21)より導入させた。また、珪素膜を形成させようとする場合、超高純度に液化精製した珪化物気体であるシランを用いた。

光電変換装置を構成する場合はこのドーピング系数を増し、P型用不純物であるジボランをシランにより500～5000PPMに希釈させて(21')より導入すればよい。また、N型不純物であるフェヌヒンをシランにより5000PPMに希釈して(21'')より導入すればよい。

かくして、反応室にて半導体被膜を形成した後、反応性気体の供給を中止して、ターボ分子ポンプ(9)により反応室内の不要物を除去した。

また中和用添加物として酸素、弗素、塩素また

は窒素を添加する場合は、第1図のドーピング系(25)よりこれらの気体を予備室内に導入した。

この後この反応室の真空引きをターボ分子ポンプ(9)により行った。さらに基板(10)上の半導体(26)、ヒータ(12)をゲイト弁(3), (4)を開として移動機構(19'), (19)を用いて第1の予備室(1)内に移設する。さらにゲイト弁(3), (4)を開とした後、光アニールを行う第1の予備室に不活性気体であるヘリウム(He), アルゴン(Ar), 水素(H₂)または窒素(N₂)を窓(25)より導入する。特にここではアルゴンを用いた。この予備室に保持された半導体(26)、基板(10)は50℃以下の熱アニール効果を説明しない温度に保ち、半導体被膜形成後真空または不活性気体中に保持し、まったく大気に触れないようにした。そして不活性気体中で光アニール即ち光照射を行った。

さらに光アニールで誘起された不対結合手中和用添加物の半導体中への添加を実行せしめる工程および光アニール、熱アニールの後の電気伝導度の変化を調べる工程を行った。光アニール工程は

特開昭62-52924 (4)

窓(20)より可視光例えはキセノン光(100mW/cm^2)（この光は強ければ強い程よい）を照射し、また熱アニールはヒータ(12')に電気を供給して実施した。

第2図は合成石英基板(10)上に一対の電極（ここではクロムを使用）(24), (24')を形成し、この上面を覆って真性または実質的に真性の水素またはハロゲン元素が添加された非単結晶半導体であるアモルファス半導体(25)を形成した。そして光伝導度及び暗伝導度を第1図に示す第1の予備室にてIN SITU、即ち被膜形成後雰囲気を真空中より変えることなく一対の電極(24), (24')にプローブ(17), (17')をたてて接触法で測定した。

本発明においては、不活性気体中で光照射アニールを行った後、この半導体に対し弗素、塩素、酸素、水素または窒素の再結合中心中和用の添加物の添加を行った。弗素を添加する場合、純度99%以上の超高純度の弗素(F₂)をドーピング系(25)より導入した。

また導入された弗素は半導体の表面および空穴

より内部に浸透付着し、光照射により予め作っていた珪素の不対結合手と結合し、Si-F結合を作り中和安定化する。さらに膜中に形成されているSi-Hと置換してSi-Fの結合も作り得る。

水素、酸素または窒素より1つまたは複数を添加物として用いる場合、、第1図における窓(18')より185nmの紫外光(20')を照射し（基板には照射しないようにして）この予備室内に100～1000 torr例えは7670 torrの圧力にまでなるよう十分な量のNO_x, NH₃, O₂を(25)より導入した。すると紫外光により活性のN, O, H, NH, NH₂が形成される。この活性な添加物を半導体中に拡散または浸透付着させて添加し、光アニールで誘起された不対結合手と結合中和せしめた。

第3図は従来より公知の装置において、アモルファスシリコン半導体被膜を作り、この後、大気中にて電気伝導度を測定・評価したものである。

そして、基板としての石英ガラス上にシリコン半導体層を0.6 μの厚さに形成した場合の光照射(AM1)(100mW/cm^2)での光伝導度(28)、暗伝導度

(28')を示す。

即ち初期状態の光伝導度(28-1)、暗伝導度(28'-1)の測定の後、AM1(100mW/cm^2)の光を2時間照射し、その後の光伝導度(28-2)及び暗伝導度(28'-2)を測定・評価した。更にこの試料を150℃、2時間の熱アニールを行い、再び同様に光伝導度(28-3)、暗伝導度(28'-3)を測定した。これを繰り返すと、光照射により電気伝導度が減少し、また熱アニールにより回復するという可逆特性が第3図に示すごとく観察された。この反復性をいわゆるステップラ・ロンスキ効果という。

第4図は本発明に至るための電気特性であってSEL効果を示すものである。第1図に示されたUHV装置により半導体被膜を形成する。その後反応室にて半導体中に添加物の添加工程を経ず、この反応室を真空引きし、さらに第1の予備室(1)にまでこのヒータ(12')下に保持された半導体(22)が形成された基板(10')を大気に触れさせることなく超高真空中において光照射(20)熱アニール(12')の有無による電気伝導度の変化(29), (29')をIN

SITUで測定したものである。

即ち、温度25℃、不活性気体中の測定で初期の $1.8 \times 10^{-7}\text{Scm}^{-1}$ の暗伝導度(29'-1), $8 \times 10^{-8}\text{Scm}^{-1}$ の光伝導度(29-1)（可視光例えはハロゲンランプを使用）を得た。これに光アニール工程として可視光例えはハロゲンランプ(100mW/cm^2)を2時間照射すると、電気伝導度は(29-2), (29'-2)と光伝導度が $4.5 \times 10^{-5}\text{Scm}^{-1}$ 、暗伝導度が $6 \times 10^{-9}\text{Scm}^{-1}$ に低下した。光アニール工程に用いる光は強いほど好ましく、 100mW/cm^2 以上、例えは 1W/cm^2 であってもよい）この試料に対しその後150℃3時間の加熱処理を行った。すると、従来は第3図(28-3), (28'-3)に示す如く初期状態の値にまで電気伝導度が回復すべきであるが、本発明のUHV下でのIN SITU測定方法においては、第4図(29-3), (29'-3)に示される如く、さらに減少する。再び可視光例えはハロゲンランプで2時間照射し(29-4), (29'-4)を得、また150℃、3時間の熱アニールで(29-5), (29'-5)を得る。またハロゲンランプアニールにて(29-6), (29'-6)を得る。

特開昭62-52924 (5)

また熱アニールにして(29-7), (29'-7)を得る。これら熱照射、熱アニールを繰り返しても、その光伝導度(29)及び暗伝導度(29')は単純に減少傾向となって第3図とはまったく異なる特性となつた。

これは光照射により単位が誘発されることにより電気伝導度が減少するもので、かかる減少を本発明人はSEL(State Excited by Light)効果と称する。

第5図は本発明方法により作られた他の電気特性である。

即ち第1図の装置において半導体被膜を形成した。その時の2つの試料(30), (31)の電気的特性(光伝導度(30-1), (31-1) 及び暗伝導度(30'-1), (31'-1))を示す。その後、第1の予備室にて不活性気体中に保持し、十分な時間(3時間以上ここでは48時間)ほど光照射を行い、可視光(100mW/cm^2 以上の光、ここでは 100mW/cm^2)による光アニールをした。すると、再結合中心が誘起され、それぞれ(30-1), (30'-1), (31-1), (31'-1)を示す。さら

にこのSEL効果がおきている半導体に対し系(25)より酸素を導入して得られた特性(30)を示す。また活性アンモニア(活性水素および活性窒素)を導入した場合に曲線(31)を示す。すると光伝導度はそれぞれ(30-3), (31-3)と回復し、暗伝導度も(30'-3), (31'-3)となった。添加物の添加に関しては半導体を室温~300℃、例えば150℃として添加物の半導体中への拡散を促すことにより作業時間を節約することができる。

かくして、一般的な初期状態の $5.0 \times 10^{-4}\text{Scm}^{-1}$ (30-2), $2.7 \times 10^{-3}\text{Scm}^{-1}$ (31-2)の光伝導度, $7 \times 10^{-4}\text{Scm}^{-1}$ (30'-2), $3.2 \times 10^{-4}\text{Scm}^{-1}$ (31'-2)の暗伝導度を得た。これらに対し光照射(2時間)を行うと、(30-4), (30'-4), (31-4), (31'-4)を得る。さらに150℃熱アニール3時間を行うと(30-5), (30'-5), (31-5), (31'-5)を得る。さらに再度の2時間の光照射で(30-6), (30'-6), (31-6), (31'-6)を得る。そしてこれらの電気伝導度は若干の変化を有するが、殆ど変化がなく、この光照射、熱アニールにより再結合中心が新たにほとんど生

じていないことがわかる。

以上の実験の結果より、従来より公知のステグラ・ロンスキ効果は半導体を形成した後、大気中にこの半導体を放置し、酸素を半導体と吸着または反応させた試料の大気中での光アニールおよび熱アニール処理においてのみ観察される現象であることが判明した。そして本発明人の発見したSEL効果は半導体被膜を大気にふれさせることなく不活性気体中で光アニール及び熱アニールを行い、それらの電気特性評価をIN SITUで行うことにより観察される。

さらに本発明人の示す半導体被膜を形成した後、超高真空中でSEL効果を誘起し、この半導体に対し再結合中心と用添加物を添加することによって、不安定な不対結合手と添加物とが互いに結合し安定化することによりそれ以後における光照射による特性劣化の発生を防ぐことができる。

さらに本発明方法においてこの添加物を紫外光にて活性にし、活性添加物雰囲気中に基板を保持し、大気圧とともにこの半導体または添加

物である水素またはハロゲン元素が脱気しない範囲での温度、例えばこれら100~500℃代表的には250~300℃にて熱処理を施し、活性のO, N, F, H, Clの元素を半導体内部にまで拡散し不対結合手と中和させることもできる。

なお以上の本発明方法は、半導体被膜を形成する際、弗素等の不純物を含む雰囲気中で被膜形成をし、この被膜形成と同時にこれらの添加物を添加する従来より公知の方法(例えばUSP4226898 S.R.オブチニスキー)とは根本よりその技術思想が異なる。

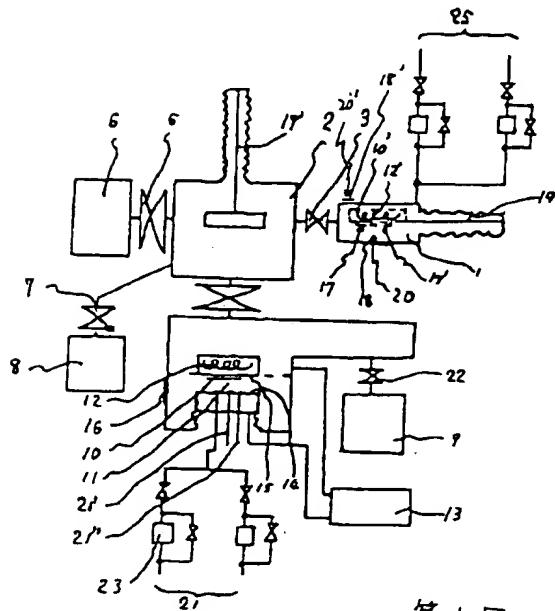
また本発明は従来の半導体の被膜形成後に行われる水素またはプラズマ化した水素中のアニールともその技術思想が異なる。即ちこれらのアニールでは添加物により中和されるのは、本発明での光照射により作られる不対結合手ではなく、たまたま半導体の被膜形成の際に生じてしまう不対結合手である。そのためこれらの技術を用いてもいわゆる本発明の目的であるステグラ・ロンスキ効果を消滅させることはできない。

本発明において形成される被膜は水素が添加された非単結晶半導体特にアモルファスシリコン半導体を主として示した。しかし弗素化アモルファスシリコン、水素または/および弗素が添加された $\text{Si}_x\text{C}_{1-x}$ ($0 < x < 1$)、 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ($0 < x < 1$)、 $\text{Si}_x\text{Sn}_{1-x}$ ($0 < x < 1$) その他の非単結晶半導体に対しても適用が可能であることはいうまでもない。

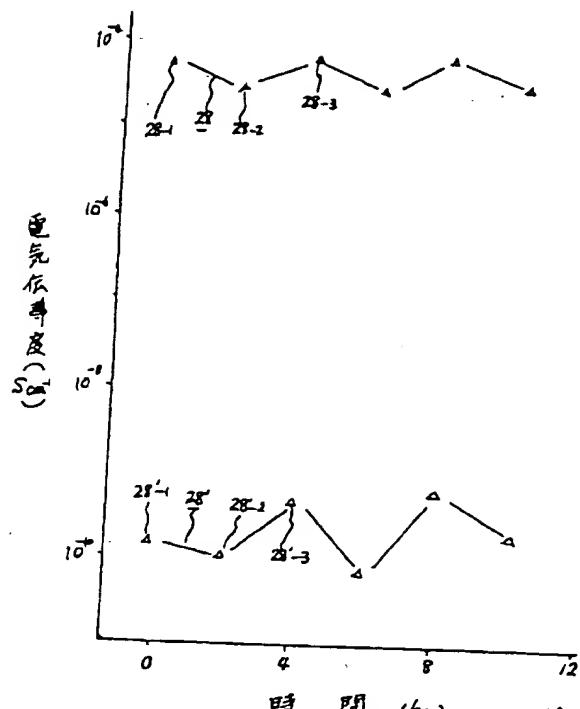
本発明において、弗素化物または塩素化物は弗素(F_2)、塩素(Cl_2)の添加により試みた。しかしこれらの弗化物、塩化物は紫外光の照射等により他の弗化物(例えば $\text{BF}_3, \text{CHF}_3, \text{CH}_2\text{F}_2, \text{CF}_4, \text{GeF}_4, \text{Si}_2\text{F}_6$ 等または塩化物($\text{HCl}, \text{CCl}_4, \text{CH}_2\text{Cl}_2, \text{CCl}_2\text{F}_2$ 等)を用いてもよい。また酸素、水素は O_2 のみならず、 $\text{NO}_2, \text{N}_2\text{O}, \text{NO}$ その他の酸化物を用い、また $\text{H}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{D}_2, \text{D}_2\text{O}, \text{H}_2\text{O}_2, \text{NH}_3$ 等を光により活性化し、水素と酸素または窒素とを添加することも有効である。

4. 図面の簡単な説明

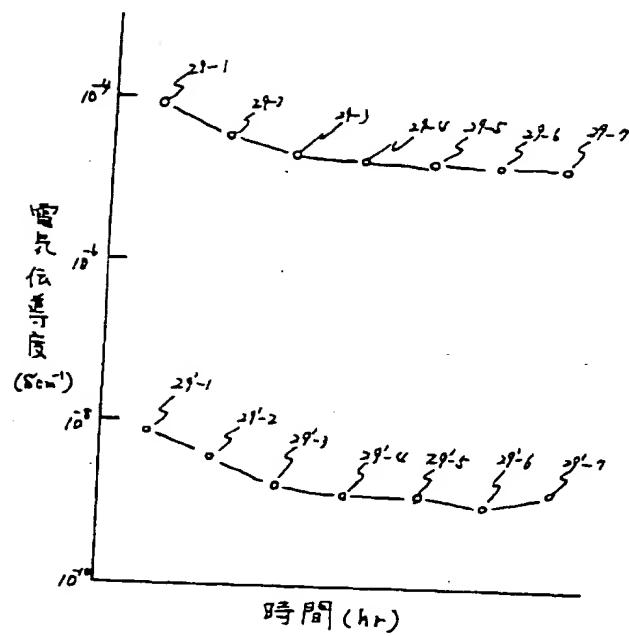
第1図は本発明の半導体装置作型用の気相反応炉の概要を示す。



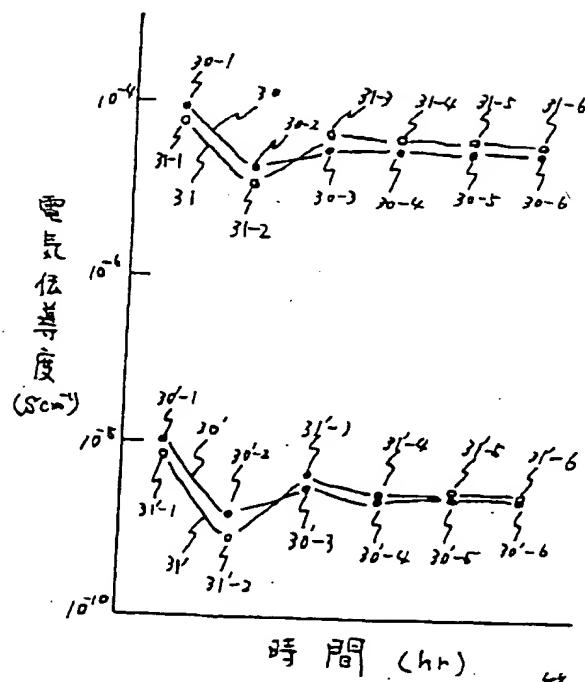
特開昭62-52924 (7)



第3図



第4図



第5図

特開昭62-52924 (8)

第1頁の読み

⑦発明者	阿 部 雅 芳	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ ネルギー研究所内
⑦発明者	深 田 武	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ ネルギー研究所内
⑦発明者	金 花 美 樹 雄	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ ネルギー研究所内
⑦発明者	小 林 一 平	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ ネルギー研究所内
⑦発明者	柴 田 克 彦	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ ネルギー研究所内
⑦発明者	薄 田 真 人	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ ネルギー研究所内
⑦発明者	小 柳 か お る	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ ネルギー研究所内